动 物 学 研 究 2009，Jun. 30(3)：288−294 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research DOI：10.3724/SP.J.1141.2009.03288

棕背伯劳两种色型繁殖特征的比较

黄进文[1,2]，赵世烨[1,2]，林宜舟[2]，杨 磊[3]，陈远忠[4]，唐思贤[1,*]，胡慧建[2,*]

（1. 华东师范大学 生命科学学院, 上海 200062；2. 华南濒危动物研究所, 广东 广州 510260；
3. 惠州莲花山白盆珠省级自然保护区，广东 惠州 510173；4. 梅州龙文—黄田省级自然保护区，广东 梅州 514022）

摘要：棕背伯劳（*Lanius schach*）具羽色多态现象，其中黑色型是否为独立种曾存在着争议。为此，于 2008 年 2—6 月在广东海丰地区对两色型（棕色型和黑色型）的繁殖生态进行对比研究，以探讨黑色型的分类地位。结果表明：1) 两色型伯劳窝卵数、卵的度量值及发育上皆无显著差异(P>0.05)；2) 两色型雏鸟在 15 日龄前的体长、翼长及体重等生长曲线均符合 Logistic 方程，除尾长渐进值参数呈显著差异（P<0.05)外，其他均无显著性差异(P>0.05)；3) 据 14 日龄的雏鸟测量值表明，两色型在身体外部器官各项生长量度均无显著性差异(P>0.05)；4) 易卵易雏实验表明，在孵卵和育雏过程中，两种色型棕背伯劳亲鸟之间皆可相互接受对方同一时期的卵和雏鸟，但不接受对方的异期卵；5）易雏后亲子和义子索食、站立、理羽、休息等行为差异不明显。因此认为黑伯劳只是棕背伯劳的一个色型而非独立种。

关键词：棕背伯劳；羽色多态现象；易卵易雏；雏鸟生长
中图分类号：Q959.7 **文献标识码**：A **文章编号**：0254-5853-(2009)03-0288-07

Comparison of Breeding Ecology Between Two Color Morphs of *Lanius schach*

HUANG Jin-wen[1,2], ZHAO Shi-ye[1,2], LIN Yizhou[2], YANG Lei[3], CHEN Yuan-zhong[4], TANG Si-xian[1,*], HU Hui-jian[2,*]

(1. *School of Life Science, East China Normal University, Shanghai* 200062, *China*; 2. *South China Institute of Endangered Animals, Guangzhou* 510260, *China*; 3. *Nature Reserve of Lianhuashan Baipenzhu, Huizhou* 510173, *China*; 4. *Nature Reserve of Longwen & Huangtian of Meizhou, Meizhou* 514022, *China*)

Abstract: *Lanius schach is* typical of species with color polymorphism. The black morph has been regarded as an independent species by some authors. We compared the breeding ecology of the black morph and brown morph of *L. schach* to explore the classification position of the black morph. From February to June in 2008, observations were made on the breeding ecology of the two morphs. Trials, including of interchanging their eggs and nestlings, were carried out in Haifeng Natural Reserve, Guangdong Province, China. Logistic equations were used to describe growth of the body morphological characters of the nestlings. The results showed: 1) There were no significant differences of egg figures between two types (P>0.05). 2) The growth of the body mass, wing length and other morphological characters of >15-day-old nestlings could be described accurately by the Logistic equation. 3) There were no significant difference between the body morphological characters of the 14-day-old nestlings，but there was significant difference on the asymptotic value of the ninth primary. 4) The experiments of interchanging eggs and nestlings showed that during the process of sitting and fostering, eggs and nestlings of the same period from the two color morphs were accepted, but eggs of different periods were rejected. 5) Nestling behaviors did not differ between the nestlings from different patterns. We concluded that black morph is not an independent species but a color morph of *L. schach*.

Keywords: *Lanius schach*; Color polymorphism; Interchange eggs and nestlings; Nestling growth

多态现象(polymorphism)是指物种的某些个体特征存在着多种不同形态的现象，包括结构、生理和行为的特征(Huxley, 1955)。体色的多态现象在很多物种特别是脊椎动物中广泛存在，鸟类是其中最

收稿日期：2008-12-29；接受日期：2009-05-04
基金项目：国家基金项目(30770311)；广东省科学院台站基金（2007、2008）
*通讯作者（Corresponding authors），E-mail: hutiger@gdei.gd.cn; sxtang@bio.ecnu.edu.cn
第一作者简介：黄进文，男，硕士研究生，主要从事鸟类生态学研究

具代表性的类群(Ford, 1940)。由于鸟类羽毛进化较快(Endler & Thery, 1996)，并且羽毛特征被用于物种接受及求偶展示(Marchetti, 1993; Ford, 1940)，因此，鸟类羽色多态现象的研究对于阐明鸟类进化机制具有重要的意义。

虽然鸟类羽色多态现象的进化机制研究起步较晚，始于 20 世纪 40 年代，但对鸟类羽色多态现象的研究进展很快，对其进化机制也曾进行过探讨(Galeotti et al, 2003；Hu et al，2007)。许多学者根据各自的研究对象提出了相应的假说，其中异类选择假说(Rohwer & Paulson, 1987)、分化选择假说(Mather, 1955) 和非随机性交配假说(Butcher, 1989; Endler, 1980; Endler 1983; Endler, 1987)影响最大。各假说争论的焦点在于不同形态在捕食范围、猎物种类、栖息环境、性选择和繁殖策略，以及在进化选择中所获利益和损害的类型与程度的差异上(Hu et al, 2007)。羽色多态现象的研究对了解物种的遗传、变异和进化有着重要的意义，但在国内对于鸟类羽色多态现象的研究鲜见报道。

棕背伯劳(*Lanius schach*)在中国广泛分布，并在部分地区存在羽色多态现象，即在羽色上有棕色型、黑色型及过渡色型的分化(Zheng, 1976; Zheng, 2005)。目前国内关于棕背伯劳的研究，主要为繁殖期的领域行为(Lu et al, 1996)、繁殖习性(Guan et al, 2006)、雏鸟发育和出飞后行为发育(Hu et al, 2007)、雏鸟鸣声的发育以及食性分析等(Hu et al, 2006)及分类地位分析(Zhang et al, 2007)。但对于棕背伯劳的羽色多态现象研究仅见于色型分类地位研究和对不同色型个体及分布特点有所描述(Zheng, 1976; Zhao, 2001; Hu et al, 2007)。对于棕背伯劳各羽色型的分类还一直存在争议，有些学者将黑色型列为独立种黑伯劳(*Lanius fuscatus* Lesson)(La Touche, 1930; Zheng, 1998)，而有些学者认为它是棕背伯劳的一种色型(Delacour & Jabouille, 1913; Stresemann, 1923；Zheng, 1994；Zhao, 2001；Zhang et al, 2007)。对广东地区调查显示：沿海可能是黑色型分化的重要地区且色型分化仍在进行中，有些黑色型和正常型的翅缘有白边现象，且黑色型比例要高于其他地区(Jiang et al, 2007)。

为更充分了解和掌握棕背伯劳羽色多态现象的特点，2007 年 9 月至 2008 年 9 月，我们在广东海丰自然保护区对两种色型棕背伯劳的分布范围、生活环境、生活习性、生长繁殖等方面进行了研究。本文报道两种色型雏鸟的生长发育模式比较和两种色型棕背伯劳的易卵易雏干扰实验结果，以掌握两种色型棕背伯劳间的义亲孵化、育雏行为、雏鸟生长的相关资料，为进一步研究两种色型的行为模式、系统发育提供基础材料。

1　方　法

1.1　研究地概况

本研究在广东省海丰鸟类自然保护区内进行。该保护区位于广东省汕尾市海丰县境内，地处北回归线南缘，属于中国南海沿海地区，于 2008 年列入国际重要湿地（RAMSAR）名录。该地区属南亚热带气候区，海洋性气候明显，常年气温宜和，雨水丰沛，日照充足，多年年平均气温 21—22℃，无霜期 360 天，光能热量充足，全年相对湿度在 72%—89%之间。保护区由东关联安围滩涂鱼塘湿地、大湖河口湿地以及公平水库湿地 3 个部分组成，总面积为 11590.5 hm^2，其中湿地总面积占总面积 70%以上。棕背伯劳棕色型在广东地区分布广泛，而黑色型大部分分布在海丰地区，且在海丰地区记录到少量黑色白边型，出现 3 种色型在同一地区并存的现象(Jiang et al, 2007)。棕背伯劳为留鸟，据非繁殖期调查，公平水库区棕背伯劳密度为（18.53±2.45）只/km^2(n=5)，黑色型（8.43±1.07）只/km^2(n=5)，为海丰地区各生境之最。故将研究样地设在公平水库区。

1.2　方　法

在雏鸟出壳后用不同颜色标记个体，每天固定时间查看鸟巢并测量雏鸟身体量度，包括体重、体长、嘴峰、嘴裂、翼长、尾长、P9、跗蹠等。使用 HEC-300 电子秤(100/0.01 g)称量雏鸟体重，使用 UPMachine CS108 数显卡尺(200/0.01mm)测量身体度量值，并使用 Logistic 曲线方程对雏鸟生长曲线进行拟合。对 14 日龄两种不同色型雏鸟身体量度测量值采用 Kolmogorov-Smirnov 检验数据的正态性和方差同质性，One-way ANOVA 进行差异检验，对符合正态分布的数据样本运用两个独立样本的 t 检验以检验其差异性，对于不符合正态分布的数据则采用非参数检验中的两个独立样本来考察其差异性。以上所有分析均在 SPSS13.0 中进行。运用相关性检验方法，探讨各个量度性状之间是否存在相关性。

为了研究两种色型棕背伯劳在孵卵过程中亲

鸟对亲生卵和育雏过程中亲鸟对雏鸟的接受能力，我们共对两种色型棕背伯劳各 5 巢共 12 卵 4 雏进行了易卵易雏实验。由于两色型的卵无显著差异，但颜色随时间变化明显，故据此判断卵的时间。

其中易卵实验分同步卵 YL1（棕色型早期卵和黑色型早期卵）、YL2（棕色型晚期卵和黑色型晚期卵）和非同步孵化期卵 YL3（棕色型早期卵和黑色型晚期卵）、YL4（棕色型晚期卵和黑色型早期卵）交换，以观察易卵后亲鸟行为及卵孵化情况。易雏实验为：互换棕色型和黑色型同期羽色已分化的雏鸟，并观察记录易雏后义亲的育雏行为和雏鸟的发育及雏鸟行为的适应和差异。行为观察采用所有事件取样法，每天 6：00—18：00 借助 CANON 8×30 倍双筒望远镜、KOWA 20～60×80 倍单筒望远镜配合 SONY 电视监视器观察，并记录巢内雏鸟亲子和义子的行为。对 11 号棕色型巢于易雏后连续观测 3 天，易雏后巢内有 2 只棕色型亲子和 2 只黑色型义子，共记录行为 1095 次。行为记录分为索食、理羽、伸展、站立和休息，记录各种行为发生的时刻，持续时间和发生次数。实验同时设置棕色型 10 巢 12 卵 4 雏和黑色型 10 巢 12 卵 4 雏两组对照组，进行同种色型的易卵易雏实验。由于研究区域每年繁殖成功巢址数量有限，对照实验于 2007 年 2—6 月于研究区域内完成。

棕背伯劳两种色型繁殖中，亲代双方为棕色型者则子代为棕色型，亲代双方为黑色型者则子代为黑色型，亲代双方为棕色型与黑色型相对配对繁殖者所产子代则有棕色型和黑色型。本文旨在分析比较雏鸟生长与色型关系，故不对亲代双方为棕色型和黑色型配对繁殖所产子代进行比较分析。

2 结 果

2.1 产卵和孵卵

两种色型的棕背伯劳均在 2 月中旬开始发情，雄性开始求偶鸣叫。3 月中旬完成配对和筑巢。3 月 18 日发现第一窝棕色型亲鸟产卵的巢，3 月 20 日发现第一窝黑色型亲鸟产卵的巢，3 月 25 日发现第一窝黑色型和黑色型亲鸟产卵的巢。研究地点共发现两种色型棕背伯劳的巢 58 个，其中棕色型亲鸟巢 21 个，黑色型亲鸟巢 9 个，棕色型和黑色型亲鸟的巢 10 个，不明巢 18 个。营巢树种主要为大叶桉(*Eucalyptus robusta*)（16 巢）、篱竹(*Arundinaria hindsii*)（17 巢）、勒籽树(*Mimosa sphyaria*)（18 巢），其他树种 7 巢。样地内其他繁殖鸟类主要为黑领椋鸟(*Sturnus nigricollis*)(24 巢)、黑脸噪鹛(*Garrulax perspicillatus*)(4 巢)、黑卷尾(*Dicrurus macrocercus*)(2 巢)、珠颈斑鸠(*Streptopelia chinensis*)(1 巢)。

两色型在产卵时间上较为一致，都在巢筑好后 7 天左右开始产卵，产卵时间多为早晨 9 时，隔日或逐日产卵，窝卵数 4—6 枚。其中，棕色型窝卵数均值(4.53±0.80)（n=17）,黑色型窝卵数均值(4.57±0.97)（n=7），两者差异不显著(P>0.05)。

两色型的卵皆为椭圆形，壳光滑，外观上难以辨别卵的色型。早期卵透明底色红白，有褐、棕斑块，钝端较集中；晚期卵底色白色，有褐色斑块，钝端集中；卵颜色都随时间变化明显，时间与颜色对应性强，人眼易分辨卵期，至出壳前一两天壳出现部分破裂。两者在孵卵期、卵重、卵长径和卵短径上皆无显著差异(P>0.05)(表 2)。孵卵期内卵重逐日减轻，至出壳前卵重达到最轻,但两色型间差异不显著（P>0.05）。

2.2 雏鸟生长

棕背伯劳雏鸟为晚成鸟，需双亲喂养照料。雏鸟出壳后，亲鸟会把破碎卵壳叼出巢。主要由雄鸟将食物递给雌鸟由雌鸟喂食，而雌鸟或者雄鸟单独喂食较少。雏鸟的前期粪便主要为亲鸟所吞食，后期则主要为亲鸟叼出巢外。两色型雏期较为一致，都为(15±1)天，但同窝雏鸟出巢时间可相差 2—4 天。

两种色型雏鸟外部形态发育基本相同，14 日龄

表 1 巢址选择树种分布

Tab. 1 Tree species distribution of site selection

	亲鸟类型 Type of parent birds		
	棕色型 Brown morph	黑色型 Black morph	黑色型 & 棕色型 Black & brown morph
大叶桉 *Eucalyptus robusta*	6	2	3
勒籽树 *Mimosa sphyaria*	6	2	3
篱竹 *Arundinaria hindsii*	7	2	3
其他树种 Others	2	3	1
产卵第一巢 First laying nest	3 月 18 日	3 月 20 日	3 月 25 日

表 2　卵参数比较表

Tab. 2　Comparisons of egg parameters

	棕色型 Brown morph (*n*=20) Mean±SD	黑色型 Dark morph (*n*=20) Mean±SD	合计 Both morphs (*n*=40) Mean±SD
起始卵重 Egg weigh at 1st day (g)	5.35±0.21[a]	5.27±0.32[a]	5.33±0.25
卵长径 Egg length (mm)	25.39±0.71[a]	25.75±0.81[a]	25.52±0.77
卵短径 Egg breadth (mm)	19.45±0.61[a]	19.32±0.45[a]	19.38±0.52
出壳前卵重 Egg weigh at last day (g)	4.51±0.35[a]	4.38±0.27[a]	4.45±0.28
孵卵期 Hatching duration (d)	14.85 ± 0.67[a]	14.65 ± 0.59[a]	14.75 ± 0.63

a：无显著差异（$P > 0.05$，one-way ANOVA 检验）

a：No significant difference ($P > 0.05$, by one-way ANOVA Test)

表 3　棕背伯劳雏鸟两色型 14 日龄身体量度差异比较

Tab. 3　Body measurements of two types of 14-day-old

变量 Variable	棕色型 Normal morph (*n*=23)	黑色型 Dark morph (*n*=19)	合计 Both morphs （*n*=42）
体重 Body weight (g)	45.04±4.37[a]	44.02 ± 1.61[a]	44.46±3.08
体长 Body length(mm)	114.12±5.09[a]	113.40 ± 4.03[a]	113.71±4.42
嘴裂 Gape(mm)	22.32±0.86[a]	22.44±0.57[a]	22.39±0.70
翼长 Wing(mm)	60.09 ± 1.32[a]	60.19±0.88[a]	60.13±1.06
尾长 Tail(mm)	17.21 ± 2.11[a]	16.51±2.19[a]	16.81±2.14
P9　9th　Primary(mm)	41.71 ± 1.40[a]	41.55±1.60[a]	41.62±1.48
跗蹠 Tarsus (mm)	29.72 ± 1.26[a]	29.94±1.22[a]	29.85±1.21

a：无显著差异（$P > 0.05$，one-way ANOVA 检验）

a：No significant difference ($P > 0.05$, by one-way ANOVA Test)

雏鸟身体各项度量值，体重、体长、嘴裂、翼长、尾长、P9 和跗蹠上均无显著差异(P>0.05) (表 3)。

两种色型雏鸟外部形态发育基本相同（表 3）。雏期增长量的变化和与雏鸟生活有直接关系的器官优先发育有关。棕背伯劳两种色型雏鸟的生长过程中，喙和跗蹠的优先发育对雏鸟获得足够食物奠定了基础，生长中期则以翅、体重、体长的快速发育为主，后期则以飞行相关的形态发育为主。进一步以 Logistic 方程拟合两色型各雏鸟生长过程，并计算出有关生长率参数，选择生长率和渐进值两项生长参数进行统计检验，比较分析其生长发育过程差异(表 4)。结果表明，两种色型仅在 P9 渐近值上有显著差异。

2.3　易卵和易雏实验

卵早期和晚期的颜色不同，因而观察棕色型和黑色型亲鸟交配的同窝后代。第 9 天绒羽开始产生分化，肉眼观察体羽颜色可判断其色型。其中棕背伯劳黑色型和棕色型的差异主要体现在，黑色型颏、喉、肩、腹羽、股羽黑色，而棕背伯劳颏、喉、腹羽、股羽白色，肩棕色。易卵易雏实验结果见表

表 4　雏鸟身体形态增长拟合曲线方程及相关参数

Tab. 4　Simulated logistic equations and correlation coefficients of the nestlings

		棕色型(n = 23) Normal morph	黑色型(n = 19) Dark morph	*F*	*P*
体重 Bodyweight (g)	生长率 *K*	0.86±0.01	0.85±0.01	1.021	0.249
	渐近值 *r*	0.13±0.03	0.14±0.02	1.225	0.100
体长 Body length (mm)	生长率 *K*	0.94±0.01	0.95±0.01	0.408	0.996
	渐近值 *r*	0.02±0.00	0.02±0.00	0.204	1.000
嘴裂 Gape (mm)	生长率 *K*	0.94±0.02	0.94±0.00	0.408	0.996
	渐近值 *r*	0.10±0.01	0.10±0.01	0.612	0.847
翼长 Wing (mm)	生长率 *K*	0.84±0.05	0.85±0.01	0.612	0.847
	渐近值 *r*	1.03±3.10	0.13±0.01	1.021	0.249
尾长 Tail (mm)	生长率 *K*	0.67±0.02	0.67±0.05	0.612	0.847
	渐近值 *r*	17.01±5.74	17.01±10.18	0.816	0.518
P9 9th　Primary (mm)	生长率 *K*	0.77±0.03	0.71±0.03	1.333	0.110
	渐近值 *r*	0.87±0.56	2.07±1.07	1.633	0.011*
跗蹠 Tarsus (mm)	生长率 *K*	0.89±0.02	0.89±0.03	0.612	0.847
	渐近值 *r*	0.12±0.01	0.12±0.01	0.816	0.518

* $P < 0.05$.

5。对照组实验表现了同样的结果，即同种色型亲鸟之间亦可相互接受对方同一时期的卵和雏鸟，但不接受对方异期的卵。

亲鸟对义子和亲子一样均正常哺育。当义亲回巢喂雏时，雏鸟皆张嘴乞食，而亲鸟总是将食物喂给嘴张得最大，脖子伸得最长的幼鸟。幼雏巢内各行为并无差异(表 6)。4 个幼雏 14 日龄身体量度见表 7（未作统计分析），从数据上看两者基本一致。

3 讨 论

3.1 雏鸟生长比较

棕背伯劳两种色型繁殖中，亲代双方为棕色型者则子代为棕色型，亲代双方为黑色型者则子代为黑色型，亲代双方为棕色型与黑色型相配对繁殖者所产子代则有棕色型和黑色型，记录到六巢杂配型中其子代棕色型与黑色型比例分别为 1:1、3:2、2:2、3:1、2:1、3:1，总比例为 14: 8。这个比例并不符合简单的孟德尔遗传规律，羽色遗传规律等问题仍有待今后对更多不同色型棕背伯劳个体的研究积累。

外部形态特征是判断鸟类分类地位的一个重要标准（Zheng,2005）。标本测量表明，两种色型棕背伯劳在成体除了羽色差异这一明显的形态差异外，目前尚不清楚是否还存在其他表型分化，因此在野外两种色型划分以身体各部分的羽色、翅膀的白斑等特征作为主要依据(Zhao, 2001)。本实验进一步表明，其雏鸟从 9 日龄开始，除羽色外，表型量度性状发育方面亦无差别。即在 9 日龄前，从形度量度分析和体色上都无法区分这两种色型伯劳，且难以辨别雌雄。这与楔尾伯劳(*Lanius sphenocercus*)眼先和额前白色道纹的差异判别明显于体长、尾长、嘴峰长、跗趾长和体重等形态形状量度相似（Lei et al, 2004）。因此，如果想通过形态度量对不同色型伯劳的分类地位进行研究，应尝试加入体色、翅斑等特征数值，也许会取得较显著的分类结果。我

表 5 易卵和易雏实验

Tab. 5 Experiment of interchanging their eggs and nestlings

	对象 Object		结果 Result	结论 Conclusion
	棕色型 Normal morph	黑色型 Dark morph		
YL1	10 号巢孵化第 4 天 2 个早期卵	5 号巢第 4 天 2 个早期卵	顺利孵化 顺利出飞	接受
YL2	18 号巢第 9 天 2 个晚期卵	9 号巢第九天 2 个晚期卵	顺利孵化 顺利出飞	接受
YL3	7 号巢第 2 天 1 个早期卵	3 号巢第 9 天 1 个晚期卵	7 号巢 4 天后移走晚期卵 3 号巢 2 天后移走早期卵	不接受
YL4	17 号巢第 4 天 1 个早期卵	6 号巢第 11 天 1 个晚期卵	17 号巢亲鸟弃巢 6 号移走新来卵	不接受
YC	11 号巢 10 日龄 2 幼雏	2 号巢 10 日龄 2 幼雏	皆正常出巢	接受

表 6 亲子和义子行为频率比较

Tab. 6 A comparison of budgets of behaviors between original and fostered nestlings

	频率(发生次数占总次数比例) % Frequency				休息(睡眠时间占总观察时间比例)% Rest
	索食 Cable	理羽 Preening	伸展 Extension	站立 Stand	
亲子 Parent child	51.5	35.8	8.0	4.7	55.1
义子 Seme	48.2	39.8	6.8	5.2	49.9

表 7 亲子和义子身体量度均值

Tab. 7 Body measurements of parent child and seme

	亲子均值 Normal morph (*n*=2)	义子均值 Dark morph (*n*=2)
体重 Weight (g)	45.4	45.4
体长 length (mm)	118.1	117.4
嘴裂 Gape (mm)	22.9	23.1
翼长 Wing (mm)	61.1	60.9
尾长 Tail (mm)	17.3	16.8
P9 9th Primary (mm)	41.7	41.9
跗蹠 Tarsus (mm)	29.8	28.9

们已对棕色型与黑色型配对繁殖后代中已出现羽色分化的 9 日龄雏鸟进行部分环志，后续实验将在样地内捕捉一定数量的两色型伯劳进行圈养及野外观察其杂交后代的可育性，以确认是否存在生殖隔离，为研究两种色型伯劳分类关系进一步提供依据。对于不同色型棕背伯劳雏鸟生长的差异，有待外部形态量度新参数和其他生理指标的进一步比较和分析，为解决分类地位的争议提供依据，探讨其地理变异和性别差异。对这一物种不同形态各方面差异的研究，相对以往将具多态现象的物种与单形态的物种进行比较研究或者是不同的具多态现象的物种之间进行比较研究情况，将更能说明多态现象的进化机制。

3.2　易卵和易雏

干扰实验中不同色型棕背伯劳的同期卵能顺利孵出，但异期卵遭排斥，其亲鸟的判断依据可能为卵色。这种现象有两种可能原因：一是两种色型棕背伯劳可区分异期卵，但出于卵出巢时间差异太大造成孵化、在喂雏时间分配上出现能量投资矛盾而排斥；二是两种色型棕背伯劳将异期卵作为寄生卵排斥。Moskat & Fuisz (1999) 将假杜鹃蛋（蓝色和模仿较好的蛋）放置于产蛋期和孵化早期的红背伯劳巢当中，红背伯劳表现出的应对策略包括驱出外来蛋（71.2%）、放弃原有巢（19.2%）、接受外来蛋（9.6%），且对蓝蛋拒绝率高于模仿较好的蛋；在产蛋期主要以放弃模仿较好的蛋为主，在孵卵期则逐出外来蛋。本实验结果出现一次弃巢现象，并且对异色型与同色型的表现较一致。棕背伯劳对巢中卵的数量不敏感，增加同期同色卵或者有意无意减少卵，均不影响其坐巢孵卵。但同时棕背伯劳在人为干扰强烈情况下会弃巢。据当地村民介绍，曾经看到棕背伯劳在育雏期叼走旧巢中的雏鸟转移到新巢中。

从现有情况来看，鸟类翅膀两侧白斑或白边不易被天敌或捕食者发现，而上、下出现白色则较易被天敌发现，所以，体侧出白斑白边可能起到个体识别的效果，特别是哺育期后代对亲代的识别。本实验义子雏鸟在义亲巢中得以正常哺育，在发育后跟随义亲活动并学习其行为，其后期扩散及与义亲关系有待于今后进一步研究。

性选择假说认为羽色多态型可能是由于雌性对显著形态的偏爱和捕食压力对隐蔽形态的袒护而产生并维持下来的。在这种情况下，羽色多态型反应了个体的相对优势度，这与身体信号的表达相一致，即色素沉积的程度代表地位不同，如健康和营养状况。但是，对性选择有利的显著形态会由于高的捕食风险或者用来产生和维持显著颜色高的能量支出而与非显著形态达到平衡(Endle, 1980)。样地内共发现棕色型 21 个，黑色型 9 个，杂合型 10 个，其中 10 个杂合型巢中黑色型雌鸟 6 巢，多种色型棕背伯劳同步繁殖，没有优先选择同种色型异性进行配对。综合我们于 2006—2008 年在包括样地内所发现的 44 巢亲鸟为棕色型和黑色型的繁殖巢中，黑色型雌鸟和棕色型雌鸟比例为 20∶24。从性选择比例上看，比例相近，并没有出现大比例，即雌性没有表现对不同色型雄性的偏爱。从繁殖生物学角度分析，我们尚无法确定棕背伯劳羽色机制，也许羽色多态现象与选择无关，可能是简单的与生理上的或生态上的特征相互关系的一个中性或非适应性特征(Galeotti, 2003)。

两种色型在繁殖过程的生殖和育雏中皆没有出现隔离。人们普遍接受的物种概念认为：物种是自然界能够交配、产生可育后代、并与其种群存在生殖隔离的群体。综合生殖隔离和形态特征、行为分化的证据，我们支持黑伯劳只是棕背伯劳的一个色型，而非独立种的观点。关于黑色型来源及羽色遗传规律等问题，仍有待于今后对更多不同色型棕背伯劳个体的研究积累，从形态学、生态学、遗传学、地理学等多学科进行综合研究。

致谢：江燕琼协助完成易卵易雏对照实验部分工作，广东海丰鸟类自然保护区给本工作提供了后期帮助，特此致谢！

参考文献：

Butcher GS, Rohwer S. 1989. The evolution of conspicuous and distinctive coloration for communication in birds [J]. *Current Ornithology*, **6**: 51-108.

Endler JA, Thery M. 1996. Interacting effects of lek placement, display behavior, ambient light, and color patterns in three neotropical forest-dwelling birds [J]. *American Naturalist*, **148** : 421-452.

Endler JA. 1980. Natural selection on color patterns in *Poecilia reticulata* [J]. *Evolution*, **34** : 76-91.

Ford EB. 1940. Polymorphism and taxonomy [A]. In: Huxley JS. The New Systematics [M]. Oxford: Clarendon Press, 493-513.

Galeotti P, Rubolini D, Dunn PO, Fasola M. 2003. Color polymorphism in birds: Causes and functions [J]. *Evolution*, **16**: 635-646.

Guan TP , Hu Q, Luo GP, Li K, Song Y, Hu JP, 2006. Breeding Habit of *Lanius schach* in Nanchong [J]. *Sichuan Zoology*, **41**(5): 92-97.[官天培, 胡　婧, 罗贵平, 李奎, 宋　跃，胡锦矗. 2006. 四川南充地区棕背伯劳的繁殖习性. 四川动物, **41**(5): 92-97.]

Huxley J. 1955. Morphism in birds [R]. *International Ornithological Congress*, **11**: 309-328.

Hu HJ, Zeng JY, Liu BW. 2007. Color polymorphism in birds: Concepts and hypotheses of evolutionary mechanism [J]. *Sichuan Zoology*, **26**(3): 154-158.[胡慧建，曾今尧，刘丙万. 2007. 鸟类羽色多态现象：概念及其进化机制假说. 四川动物, **26**(3): 154-158.]

Hu Q, Guan TP, Zhou CQ, Hu JC. 2007.Growth and behavior development Rufous﹣backed Shrike (*Lanius schach*)[J]. *Sichuan Zoology*, **26** (1): 152-154.[胡　婧，官天培，周材权，胡锦矗. 2007. 棕背伯劳的雏鸟生长和出飞后行为发育的初步观察. 四川动物，**26**(1): 152-154.]

Hu Q, Guan TP, zhou CQ, Hu JC. 2006. Preliminary observation of voice development in the youth of Rufous﹣Backed Shrike. *Journal of West Normal University (Natural Sciences)*, **27**(2): 161-166.[胡　婧，天培，周材权，胡锦矗. 2006. 棕背伯劳雏鸟鸣声发育的初步研究. 西华师范大学学报（自然科学版）, **27**(2): 161-166.]

Hu JH, Hu HJ et al. 2007. Population estimation of Purple Swamphen (*Porphyrio porphyrio*) in Haifeng, Guangdong [J]. *Chinese Journal of Zoology*, **42**(1): 107-111. [胡军华，胡慧建等. 2007. 广东海丰紫水鸡种群密度调查. 动物学杂志, **42**(1): 107-111.]

Jiang YQ, Tang SX, Ding ZF, Hu HJ. 2008. Analysis on color polymorphism of *Lanius schach*[J], *Zool Res*, **29**(1): 99-102. [江燕琼，唐思贤，丁志锋，胡慧建. 2008. 棕背伯劳羽色多态现象探讨. 动物学研究, **29**(1): 99-102]

Mather K. 1955. Polymorphism as an outcome of disruptive selection [J]. *Evolution*, **9**: 52-61.

Marchetti K. 1993.Dark habitats and bright birds illustrate the role of the environment in species divergence [J]. *Nature*, **362**: 149-152.

Moskat C, Fuisz TI, 1999.?Reactions of red-backed shrikes *Lanius collurio* to artificial cuckoo *Cuculus canorus* eggs [J]. *Journal of Avian Biology*, **30** (2): 175-181.

Rohwer S, Paulson DR. 1987. The avoidance﹣image hypothesis and color polymorphism in Buteo hawks[J]. *Ornis Scandinavica*, **18**: 285-290.

Tian L, Zhou CQ, Hu JC, 2006. Comparative breeding ecology of barn swallow and red-rumped swallow in Nanchong and an experiment of interchanging their eggs and nestlings [J]. *Chinese Journal of Ecology*, **25**(2): 170-174. [田　丽，周材权，胡锦矗. 2006. 南充金腰燕、家燕繁殖生态比较及易卵易雏实验. 生态学杂志, **25**(2): 170-174.]

Zhang W, Lei FM., Liang G, Yin ZH, Zhao HF, Wang HJ, Krištín A. 2007. Taxonomic status of eight Asian shrike species (Lanius): Phylogenetic analysis based on Cyt *b* and CoI gene sequences [J]. *Acta Ornithol*, **42**: 173-180.

Zhao ZJ. 2001. A Handbook of the Birds of China Vol.2 Passerines [M]. Changchun: Jilin Science and Technology Press, 136-139.[赵正阶. 2001. 中国鸟类志第II卷雀形目. 长春：吉林科学技术出版社, 136-139.]

Zheng GM. 2005. A Classification and Distribution of the Birds of China [M]. Beijing: Science Press.[郑光美. 2005. 中国鸟类分类与分布名录. 北京：科学出版社.]

Zheng ZX. 1976. A Synopsis of the Avifauna of China. 2nd Edition [M]. Beijing: Science Press, 460-470. [郑作新. 1976. 中国鸟类分布名录. 北京：科学出版社, 460-470.]